



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ  
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH  
MUHANDISLARI INSTITUTI



**FAN:**

**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ВОДНОГО  
ХОЗЯЙСТВА**

**ТЕМА  
10**

**Расчет сетей с двусторонним  
источником питания**



**ТАШПУЛАТОВ НУСРАТИЛЛО  
ТЕЛМАНОВИЧ**

Доцент кафедры «Электроснабжение и  
возобновляемые источники энергии»



# Расчет сетей с двусторонним источником питания

В настоящее время надежность, повышение качества, исключение аварий, предотвращение перебоев электроснабжения, устранения аварий в кратчайшие сроки требуют электроснабжение от двух и более источников питания. В Республике наравне с потребителями 1 категории работают потребители, 2 категории которые имеют очень большую мощность, требуют бесперебойного и качественного электроснабжения. К ним можно отнести также: цеха заводов, фабрики и предприятия, работающие с компьютерным управлением, передачи энергии связанные с единой системой учета, контроля, объектов водоснабжения с бесперебойным водоснабжением, специализированные учебные заведения, школы и детсады.



Особенность расчета заключается в том, что предварительно необходимо определить точку токораздела, затем условно разорвать линию с этой точки и далее по ранее известным правилам рассчитать 2 линии с односторонним питанием. Расчет выполняется для нормального и аварийного режима.

Подробное описание последовательности расчета приводится /литературе 2, страница 119-121 /.



## ЗАДАЧА № 12

**Дано:** На схеме рис 10. приводится однолинейная схема трехфазной сети с двусторонним питанием. Расстояние между точками токораздела дано в метрах (м), нагрузка в Амперах (А). Линия выполнена из провода А35, с  $r_0 = 0,92$  Ом/км. Активной составляющей коэффициента мощности для всех потребителей  $\cos\varphi = 1$ . Напряжение в точке А и В -  $U_A = U_B = 400$  В.

**Определить:** потерю напряжения в 3х фазной линии с двусторонним питанием.

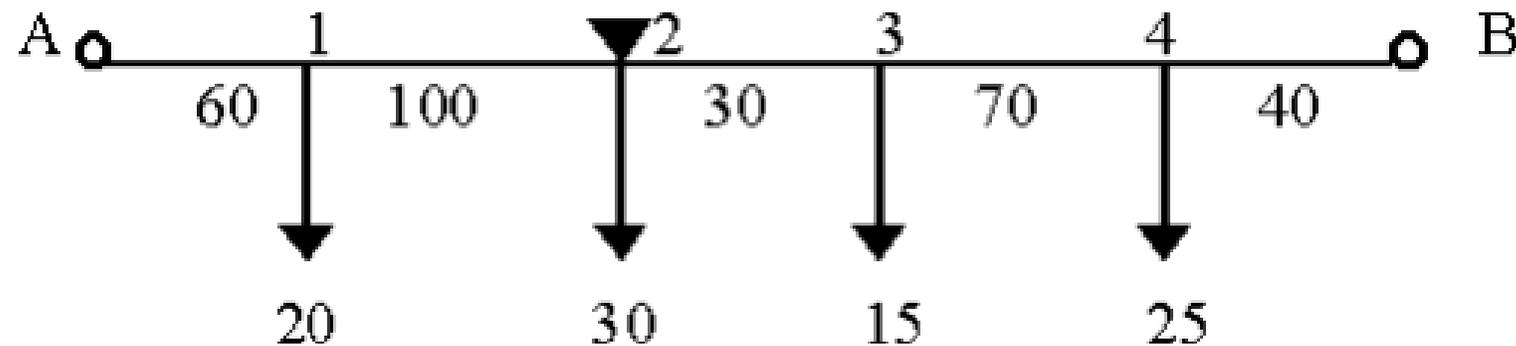


Рис.10. Однолинейная электрическая схема линии с двусторонним питанием ВЛ 0,4 кВ.

## РЕШЕНИЕ:

Расчет двустороннего питания необходимо вести для двух вариантов с целью определения наименьшего напряжения, как в нормальном режиме, так и в аварийном режиме.

### НОРМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ:

Принебрегая реактивным сопротивлением, находят ток питающего пункта А по нижеследующему уравнению:

$$I_{A-1} = \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3} \cdot r_{A-B}} + \frac{\Sigma \cdot i_k \cdot l_{k-B}}{l_{A-B}}$$

Определение активного сопротивления провода от начальной точки А до конца линии точки В.

$$r_{A-B} = r_0 \cdot l_{A-B} = 0,92 \cdot 0,3 = 0,276 \text{ Ом.}$$

Ток, находится следующим образом:

$$I_{A-1} = \frac{400 - 388}{\sqrt{3} \cdot 0,276} + \frac{20 \cdot 240 + 30 \cdot 140 + 15 \cdot 110 + 25 \cdot 40}{300} = 64,3 \text{ A}$$

**1. По закону Кирхгофа определяют токи, протекающие по остальным участкам линии:**

$$I_{1-2} = I_{A-1} - I_1 = 64,3 - 20 = 44,3 \text{ A}$$

$$I_{2-3} = I_{1-2} - I_2 = 44,3 - 30 = 14,3 \text{ A}$$

$$I_{4-3} = I_3 - I_{2-3} = 15,0 - 14,3 = 0,7 \text{ A}$$

$$I_{B-4} = I_{4-3} - I_4 = 0,7 + 25 = 25,7 \text{ A.}$$

Из расчета видно, что точка токораздела находится между узлами 1 и 3 т.е. на месте приложения напряжения нагрузки 3. Напряжение в этой точке будет наименьшим.

## 2. Расчет потери напряжения в узле 3.

$$\Delta U_{A-3} = \frac{\sqrt{3} \cdot \Sigma \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot F} = \frac{\sqrt{3} \cdot (64,3 \cdot 60 + 44,3 \cdot 100 + 14,3 \cdot 30)}{32 \cdot 35} = 13,5 \text{ В}$$

или 3,54% от напряжения сети 380 В.

## 4. Расчет напряжения в точке 3.

$$U_3 = U_A - \Delta U_{A-3} = 400 - 13,5 = 386,5 \text{ В}$$



## АВАРИЙНЫЙ РЕЖИМ.

Наихудшими аварийными случаями являются обрывы линий на участке А-1 и на участке В-4.

При обрыве проводов на участке А-1 распределение токов по участкам будет соответствовать рисунку 11.

### 1. Расчет потери напряжения для схемы рис 11.

$$\Delta U_{B-A} = \frac{\sqrt{3} \cdot \Sigma \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot F} = \frac{\sqrt{3}(20 \cdot 100 + 50 \cdot 30 + 65 \cdot 70 + 90 \cdot 40)}{32 \cdot 35} = 18,1В$$

или 4,77 %



## 2. Расчет напряжения в узле 1.

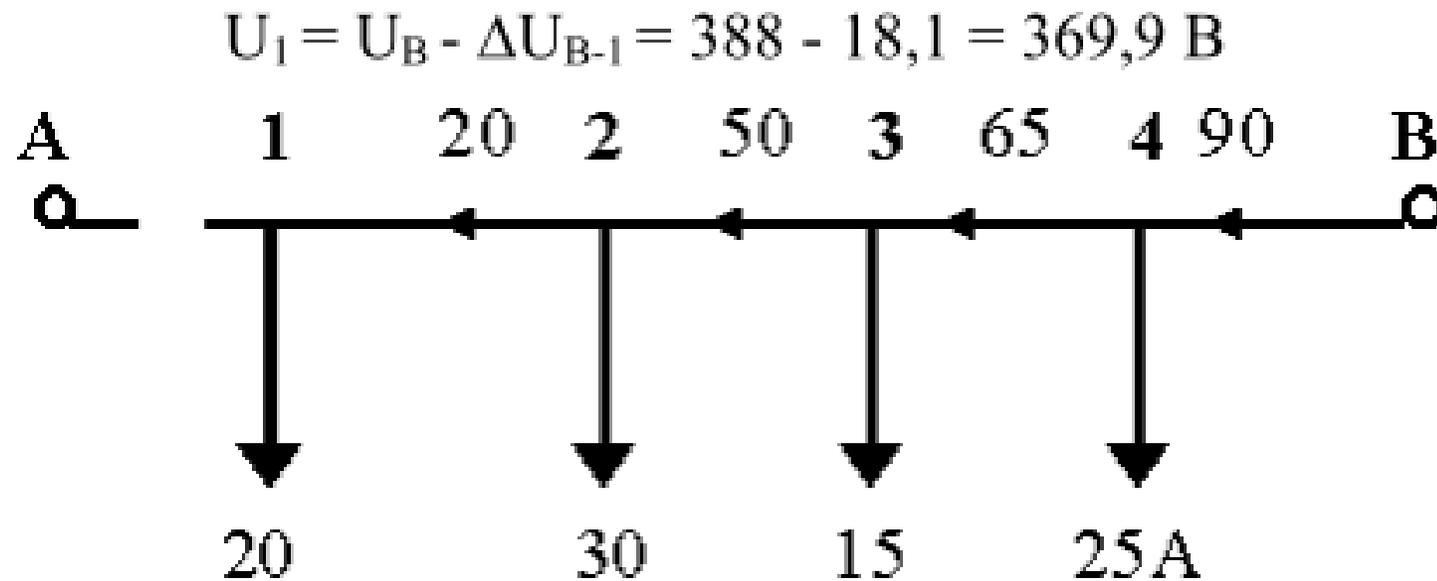


Рис. 11. Схема электрической сети, снабжающейся от источника питания точки "В", работающей в аварийном режиме.

При обрыве на участке «В-4» распределение токов будет согласно рисунку 12.

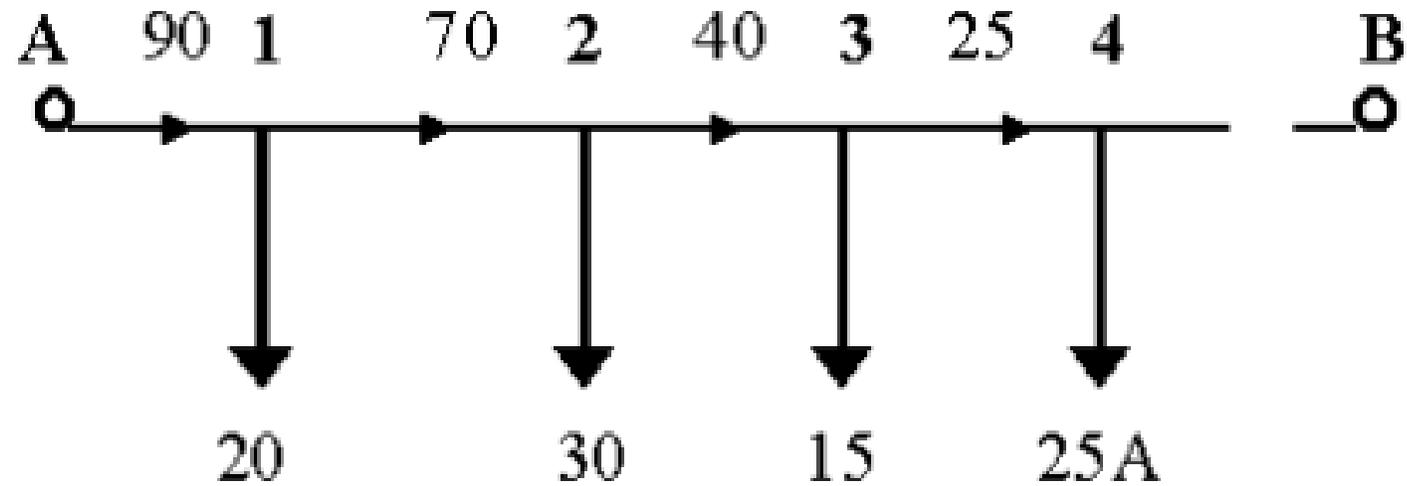


Рис.12. Однолинейная электрическая схема электрической сети, питаемой от резервного источника питания.

- 3. Определение потери напряжения для однолинейной схемы**  
снабжаемой из резервного источника питания согласно рис 12.

$$\Delta U_{A-4} = \frac{\sqrt{3} \cdot \Sigma \cdot I \cdot l}{\gamma \cdot F} = \frac{\sqrt{3}(90 \cdot 60 + 70 \cdot 100 + 40 \cdot 30 + 25 \cdot 70)}{32 \cdot 35} = 23,7 \text{ В или } 6,24 \%$$

- 4. Расчет потери напряжения на линии В-4:**

$$U_4 = U_A - \Delta U_{a-4} = 400 - 23,7 = 376,3 \text{ В}$$

Таким образом, наиболее тяжелым аварийным случаем является обрыв провода на линии в участке «А-1». При этом в конце линии будет напряжение наименьшим. Потери напряжения по сравнению с первым вариантом больше на 1,47%, которые при падении напряжения составляют 6,4 В.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ:

**Задание 1.** Определить потерю напряжения в 3х фазной линии с двусторонним питанием согласно схеме рис 11. Расстояние между точками токораздела в метрах (м), нагрузка в точках токораздела 1.- 28 А; 2.-35 А; 3.- 50 А; 4.-20 А. Линия выполнена из провода А25. Активная составляющая коэффициента мощности для всех потребителей  $\cos\varphi = 0,85$ . Напряжение в точке А и В -  $U_A = U_B = 380$  В.

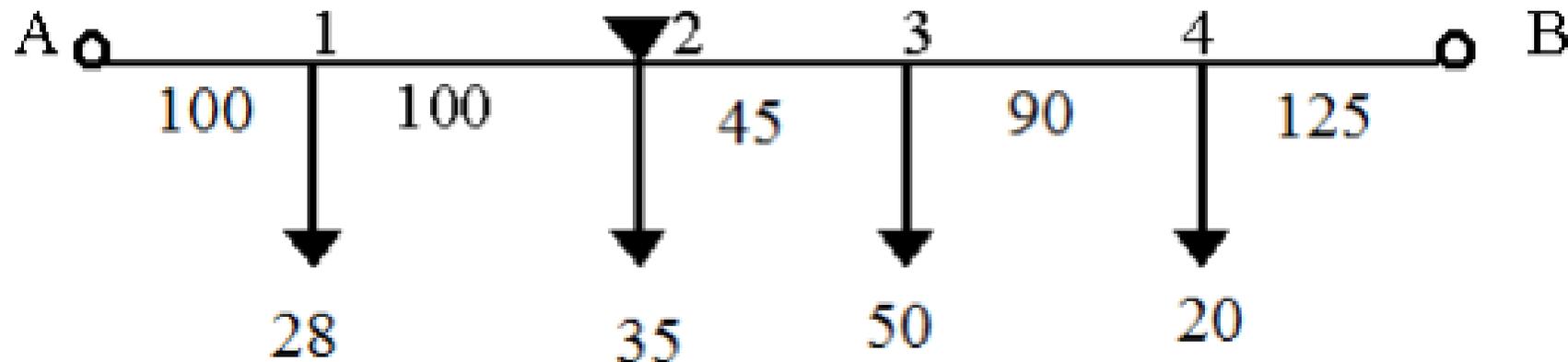


Рис.11. Однолинейная электрическая схема линии с двусторонним питанием ВЛ 0,4 кВ.

**Задание 2.** Определить потерю напряжения в 3х фазной линии с двусторонним питанием согласно схеме рис 12. Расстояние между точками токораздела в метрах (м), нагрузка в точках тока раздела 1.- 22 А; 2.-31 А; 3.- 25 А; 4.-28А. Линия выполнена из провода А35. Активная составляющая коэффициента мощности для всех потребителей  $\cos\varphi = 0,84$ . Напряжение в точке А и В -  $U_A = U_B = 400$  В.

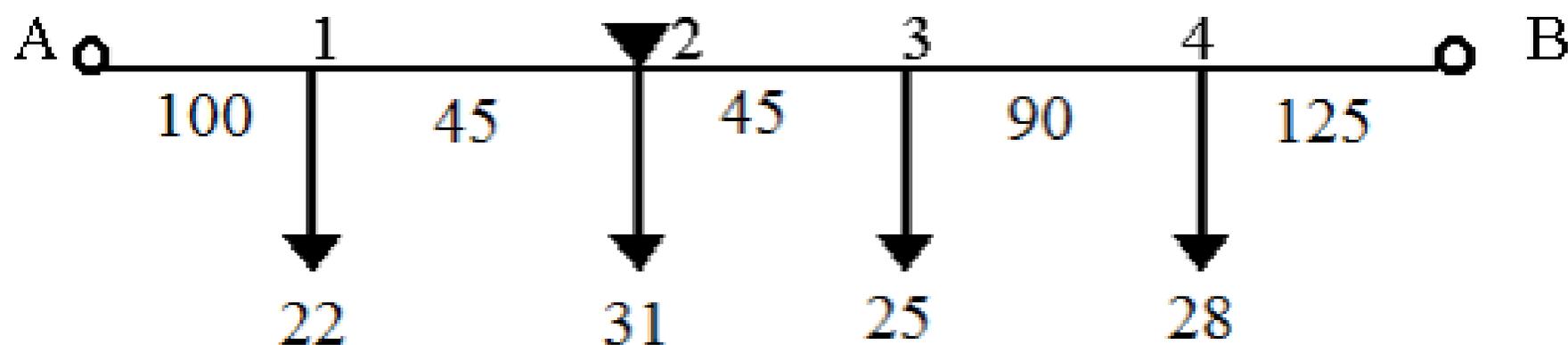


Рис.12. Однолинейная электрическая схема линии с двусторонним питанием ВЛ 0,4 кВ.

**Задание 3.** Определить потерю напряжения в 3х фазной линии с двусторонним питанием согласно схеме рис 13. Расстояние между точками токораздела в метрах (м), нагрузка в точках токораздела 1.- 32 А; 2.-30 А; 3.- 30 А; 4.-40А. Линия выполнена из провода А25. Активная составляющая коэффициента мощности для всех потребителей  $\cos\varphi = 0,85$ . Напряжение в точке А и В -  $U_A = U_B = 380$  В.

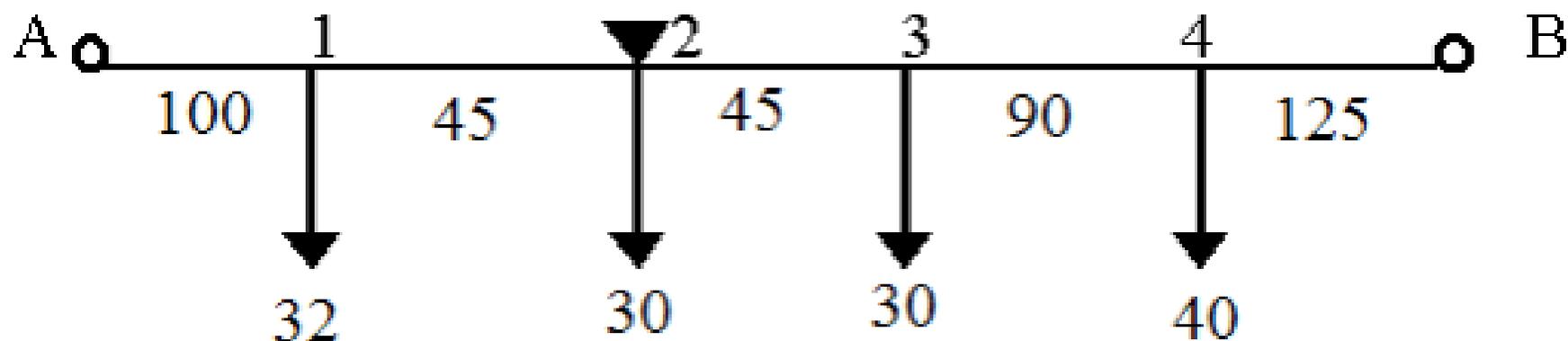


Рис.13. Однолинейная электрическая схема линии с двусторонним питанием ВЛ 0,4 кВ.

# Приложение

**Таблица-1.** Коэффициент одновременности потребительских сетей 0,4 кВ.

Количество потребителей	Коэффициент одновременности ( $K_o$ )	Количество потребителей	Коэффициент одновременности ( $K_o$ )
2	0,85	16-20	0,55
3	0,8	21-30	0,5
4-5	0,75	31-50	0,45
6-7	0,7	50-100	0,4
8-10	0,65	100-150	0,38
11-15	0,6	150 и выше	0,35

**Таблица - 2.** Коэффициент мощности потребительских подстанций с напряжением 10/0,4 кВ

$S_{\text{Д}}/S_{\text{В}}$	cosφ		$S_{\text{Д}}/S_{\text{В}}$	cosφ	
	Дневной	Вечерней		Дневной	Вечерней
<b>0,25-0,35</b>	0,94	0,97	0,86-1,15	0,8	0,89
<b>0,36-0,6</b>	0,9	0,95	1,16-1,4	0,78	0,84
<b>0,61-0,85</b>	0,85	0,93	1,4 и выше	0,75	0,8

**Таблица 3. Коэффициент одновременности потребительских сетей  
10 кВ**

Количество ТП	2	3	4-6	7-15	16-25	26 и выше
$K_o$	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65

**Таблица - 4. Коэффициент мощности потребительских подстанций с напряжением 35/10 кВ**

$S_D/S_B$	$\cos\varphi$		$S_D/S_B$	$\cos\varphi$	
	Дневной	Вечерней		Дневной	Вечерней
<b>0,25-0,35</b>	0,92	0,95	0,86-1,15	0,78	0,87
<b>0,36-0,6</b>	0,88	0,93	1,16-1,4	0,76	0,82
<b>0,61-0,85</b>	0,83	0,91	1,4 и выше	0,73	0,78

## Таблица - 5. Активное сопротивление стальных проводов

Ток, А	Активное сопротивление одно проволочного проводника, (Ом/км)			Ток, А	Активное сопротивление многопроволочного проводника, (Ом/км)			
	ПСО 3,5	ПСО 4	ПСО 5		ПС 25	ПС 35	ПС 50	ПС 70
1	15,4	11,7	7,6	1	5,25	3,96	2,75	1,70
2	16,4	12,7	8,5	2	5,27	3,96	2,75	1,70
3	17,9	14,1	9,7	4	5,30	3,99	2,75	1,70
4	19,6	15,5	11,1	6	5,35	4,02	2,75	1,70
5	21,2	17,0	12,5	8	5,40	4,06	2,76	1,70
6	22,3	18,2	13,7	10	5,50	4,10	2,78	1,70
7	22,6	18,7	14,5	12	5,64	-	2,79	1,70
8	22,5	18,8	15,0	14	5,85	-	2,80	1,70
9	22,3	18,7	15,2	16	6,15	4,46	2,81	1,71
10	22,0	18,5	15,2	18	6,50	-	2,83	1,71
12	21,4	18,0	15,0	20	6,70	4,80	2,85	1,72
14	20,8	17,5	14,8	22	6,82	-	2,88	1,73
16	20,2	17,0	14,6	24	6,92	-	2,92	1,74
18	19,5	16,5	14,3	26	7,00	5,26	2,97	1,75
20	19,0	16,0	14,0	28	7,06	-	3,03	1,76
				30	7,10	5,50	3,10	1,77
				35	7,10	5,60	3,25	1,79
				40	7,02	5,65	3,40	1,83
				45	6,92	5,63	3,52	1,88
				50	6,85	5,60	3,61	1,93

**Таблица - 6. Допустимый длительный ток неизолированных проводов**

Медные проводники			Алюминиевые проводники			Сталеалюминиевые проводники		Сальные проводники	
Марка	Нагрузочный ток, А		Марка	Нагрузочный ток, А		Марка	Нагрузочный ток, А (вне помещения)	Марка	Нагрузочный ток, А (вне помещения)
	Вне помещения	Внутри помещения		Вне помещения	Внутри помещения				
М4	50	25	А10	75	55	АС10	80	ПС03	23
М6	70	35	А16	105	75	АС16	105	ПС03,5	26
М10	95	60	А25	135	105	АС25	130	ПС04	30
М16	130	100	А35	170	130	АС35	175	ПС05	35
М25	180	135	А50	215	165	АС50	210	ПС25	60
М35	220	170	А70	265	210	АС70	265	ПС35	75
М50	270	220	А95	322	255	АС95	330	ПС50	90
М70	340	270	А120	375	300	АС120	380	ПС70	125
М95	415	335	А150	440	355	АС150	445	ПС95	140
М120	485	395	А185	500	410	АС185	510		
М150	570	465	А240	590	490	АС240	610		
М185	640	530	А300	680	570	АС300	690		
М240	760	685	А400	815	690	АС400	835		
М300	880	740				АС0150	450		
М400	1050	895				АС0185	505		
						АСУ120	375		
						АСУ150	450		

Таблица 12. Технические показатели трехфазных трех обмоточных трансформаторов

№ п.п.	Номинальная мощность, кВА	Номинальное напряжение высокой стороны, кВ	Потери, Вт			Напряжение к.з. по отношению к номинальному, %	Ток к.з. при холостом ходу по отношению к номинальному
			Холостом ходу		при коротком замыкании		
			степень-А	степень-В			
1	25	10	105	125	600 - 690	4,5 - 4,7	3,2
2	40	10	150	180	880-1000	4,5-4,7	3,0
3	63	10	220	265	1280-1470	4,5-4,7	2,8
4	100	10	310	365	1970-2270	4,5-4,7	2,6
5	160	10	460	540	2650-3100	4,5-4,7	2,4
		35	560	660	2650-3100	4,5-4,7	2,3
6	250	10	660	780	3700-4200	4,5-4,7	2,3
		35	820	960	3700-4200	6,5-6,8	2,3
7	400	10	920	1080	5500-5900	6,5-6,8	2,1
		35	1150	1350	5500	6,5	2,1
8	630	10	1420	1680	7600-8500	6,5	2,0
		35	1700	2000	7600	6,5	2,0

Таблица 13. Технические показатели масляных трансформаторов.

№ п.п.	Номинальная мощность	Номинальное значение высокой стороны, кВ		Потери, кВт			По отношению к номинальному напряжению в %	Ток холостого хода по отношению к номинальному в %
				Холостом ходу		Короткое замыкание		
				ЮК	ПК			
1	1000	10	0,69	2,1	2,45	12,2	5,5	1,4
		10	10,5	2,1	2,45	11,6	5,5	1,4
		35	0,60	2,35	2,75	12,2	6,5	1,5
2	1600	35	10,5	2,35	2,75	11,6	6,5	1,5
		10	0,69	2,8	3,3	18,0	5,5	1,3
		10	6,3	2,8	3,3	16,5	5,5	1,3
		35	0,69	3,1	3,65	18,0	6,5	1,4
3	2500	35	10,5	3,1	3,65	16,5	6,5	1,4
		10	0,69	3,9	4,6	25,0	5,5	1,0
		10	10,5	3,9	4,6	23,5	5,5	1,0
		35	0,69	4,35	5,1	25,0	6,5	1,1
		35	10,5	4,35	5,1	23,5	6,5	1,1
4	4000	10	6,3	5,45	6,4	33,5	6,5	0,9
		35	10,5	5,7	6,7	33,5	7,5	1,0
5	6300	10	10,5	7,65	9,0	46,5	6,5	0,8
		35	10,5	8,0	9,0	46,5	7,5	0,9

# Литература:

1. Тошпўлатов Н.Т. – «Сув хўжалигида электр таъмоти» дарслик. Тошкент, ТИҚХММИ 2019 й.-451 б.
2. И.А. Будзко, Н.М. Зуль-«Электроснабжение сельского хозяйства» Москва, Колос 2005 г. – 496 с.
3. *Donald L, Basham P.E. - Electrical Power Supply and Distribution. UFC-3-550-03FA, USA 2005.*
4. Э.А. Киреев. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий. Москва. КноРус. 2011 г. 368 с.
6. И.А. Будзко, Ю.В. Гессен, М.С. Левин - «Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов» М. Колос 2011 г.-256 с.
7. «Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения» справочное пособие. Под.ред. В.И. Григорьева.-М.: Колос, 2006 г.-272 стр.
8. <http://www.uzbekenergo.uz/rus/> ;
9. <http://www.gov.uz/ru/section.scm?sectionId=2039&contentId=17519>



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ  
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH  
MUHANDISLARI INSTITUTI



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**



**ТОШПУЛАТОВ НУСРАТИЛЛО  
ТЕЛМАНОВИЧ**



Доцент кафедры Электроснабжение  
и возобновляемые источники  
энергии



+ 998 71 237 19 68



[nusratillo@mail.ru](mailto:nusratillo@mail.ru)



@Nysratillo Toshpulatov

